



21 Aktenzeichen: P 39 01 098.8-32
22 Anmeldetag: 16. 1. 89
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 12. 4. 90

DE 3901098 C1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

72 Erfinder:

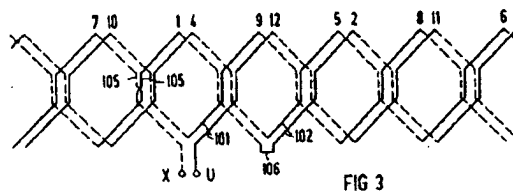
Auinger, Herbert, Dipl.-Ing. Dr., 8500 Nürnberg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 34 41 825 C2
DE 34 31 456 C1
DE-PS 9 76 832
DE S 4611/21d'51-3.7.1952;

54 Mehrphasige Stabwellenwicklung

Die Erfindung betrifft eine mehrphasige Stabwellenwicklung für eine elektrische Maschine, bei der die einzelnen verschiedenphasigen Wicklungsstränge (U, X) jeweils aus einem ersten und zweiten Wellenzug (101 und 102) bestehen, wobei die beiden Wellenzüge (101 und 102) jeweils in den Ober- und Unterschichten (OS und US) der Nuten angeordnet und durch Schaltverbindungen miteinander verbunden sind. Die Anzahl der im Wickelkopfbereich notwendigen Schaltverbindungen kann dadurch wesentlich vermindert werden, daß in jedem Wicklungsstrang mindestens eine der Schaltverbindungen (U, X) durch in mindestens einer Nut angeordnete, von der Oberschicht (OS) nach der Unterschicht (US) und umgekehrt führende, sich kreuzende Sonderstäbe (105) gebildet ist.



DE 3901098 C1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine mehrphasige Stabwellenwicklung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine solche zweischichtige Stabwellenwicklung ist durch die DE-PS 34 41 825 bekannt. Die elektrische Verbindung der Wellenzüge erfordert bei Reihenschaltung der beiden Wellenzüge einen und bei Parallelschaltung zwei jeweils den Bereich einer Polteilung überbrückende Schaltverbinder. Derartige Schaltverbinder sind bei der bekannten Stabwellenwicklung zusätzlich zu den externen Anschlüssen und den Verbindungen der Wicklungsstränge untereinander im Wickelkopfbereich untergebracht. Bei Maschinen mit einer höheren Phasenzahl und/oder mehreren Parallelzweigen je Wellenzug ergeben sich unter Umständen erhebliche Schwierigkeiten hinsichtlich der räumlichen Unterbringung aller Verbindungselemente.

Durch die Patentanmeldung S 4611 VIII d/21d1 — 03.07.1952 ist es bekannt, bei einer Kommutatormaschine zur Verbesserung der Kommutierungsbedingungen die in einer Obernut des Ankers liegenden Ankerstäbe in mehrere parallelgeschaltete Teileiter zu unterteilen. Ferner wird durch eine entsprechende Verkreuzung der übereinanderliegenden Teileiter erreicht, daß jeder Teileiter auf der gesamten Längserstreckung der Nut in verschiedene Höhen zu liegen kommt.

Aus der DE-PS 9 76 832 ist es ferner bekannt, bei Motoren, die innerhalb einer Flüssigkeit betrieben werden, die nach außen führende Anschlußleitung jeder Phase innerhalb einer Nut des Ständerblechpaketes mit dem Ende des entsprechenden Wicklungsstranges der Ständerwicklung zu verbinden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine mehrphasige Stabwellenwicklung so auszubilden, daß die Anzahl der im Wickelkopfbereich notwendigen Verbindungen wesentlich vermindert werden kann.

Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale. Durch derartige sich kreuzende Sonderstäbe erfolgt eine Verbindung der beiden Wellenzüge innerhalb einer Nut, welche in den verschiedenen Schichten mit Spulenseiten aus beiden Wellenzügen belegt ist. Entsprechend äußere Verbindungselemente entfallen dabei entweder vollständig oder können in einer wesentlich einfacheren Form mit erheblich verkleinerter räumlicher Erstreckung ausgeführt werden.

Die Verbindung mehrerer zu einem Wicklungsstrang gehörender Wicklungszweige gelingt ohne äußere Verbindungselemente durch die im Anspruch 2 angegebenen Merkmale.

Räumlich ausgedehnte, d. h. jeweils mindestens den Umfangsbereich von etwa einer Polteilung überbrückende Umkehrverbinder, lassen sich bei einer kleinstmöglichen Zahl von Sonderstäben nach einer Ausgestaltung der Erfindung entsprechend den Merkmalen des Anspruchs 3 vermeiden. Für eine dreiphasige Wellenwicklung sind dann Sonderstäbe in drei Nuten bei Reihenschaltung bzw. in sechs Nuten bei Parallelschaltung der beiden Wellenzüge anzuordnen.

Die Ausgestaltung der Stabwellenwicklung bei Parallelschaltung bzw. Reihenschaltung der beiden Wellenzüge wird durch die Merkmale des Anspruchs 4 bzw. 5 beschrieben.

Bei einer Ausführung der Stabwellenwicklung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 6 erübrigt sich in einem der Wellenzüge ein ansonsten notwendiger, am Wickelkopf vorzusehender Kurzverbinder.

Eine völlige Freizügigkeit im Hinblick auf die Anordnung der äußeren Wicklungsanschlüsse sowohl hinsichtlich ihrer räumlichen Lage am Umfang als auch auf verschiedenen Wickelkopfseiten ergibt sich bei einer Ausgestaltung der Erfindung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 7.

Eine verringerte Spannungsbeanspruchung der Wicklung wird mit den Merkmalen des Anspruchs 8 erreicht.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsformen sind in den übrigen Unteransprüchen beschrieben.

Anhand in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele wird die Erfindung nachfolgend näher beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 das Wicklungsschema einer Stabwellenwicklung nach dem Stand der Technik mit in Reihe geschalteten Wellenzügen;

Fig. 2 das Wicklungsschema einer Stabwellenwicklung nach dem Stand der Technik mit parallel geschalteten Wellenzügen;

Fig. 3 das Wicklungsschema einer erfindungsgemäßen Stabwellenwicklung mit in Reihe geschalteten Wellenzügen;

Fig. 4 eine weitere Möglichkeit der Reihenschaltung der Wellenzüge bei einer erfindungsgemäßen Stabwellenwicklung;

Fig. 5 die Parallelschaltung der Wellenzüge bei einer erfindungsgemäßen Stabwellenwicklung;

Fig. 6 das Wicklungsschema einer nach dem Stand der Technik ausgeführten Stabwellenwicklung für eine mit einer Stern-Dreieck-Mischschaltung versehene Maschine;

Fig. 7 das Wicklungsschema einer erfindungsgemäßen Stabwellenwicklung für eine mit einer Stern-Dreieck-Mischschaltung versehene Maschine;

Fig. 8 ein weiteres Wicklungsschema einer erfindungsgemäßen Stabwellenwicklung für eine mit einer Stern-Dreieck-Mischschaltung versehene Maschine;

Fig. 9 das Wicklungsschema einer erfindungsgemäßen Stabwellenwicklung mit verringerter Spannungsbeanspruchung am Phasenwechsel;

Fig. 10 einen als massiver Leiter ausgeführten Sonderstab in perspektivischer Darstellung;

Fig. 11 die Kreuzungsstelle von zwei Sonderstäben nach Fig. 10;

Fig. 12 einen Sonderstab in einer Ausführung nach Art von Röbelstäben;

Fig. 13 den Sonderstab nach Fig. 12 im Schnitt entlang der Linie XIII-XIII;

Fig. 14 den Sonderstab nach Fig. 12 im Schnitt entlang der Linie XIV-XIV;

Fig. 15 den Sonderstab nach Fig. 12 im Schnitt entlang der Linie XV-XV;

Fig. 16 eine andere Ausführungsform eines nach Art von Röbelstäben ausgebildeten Sonderstabes;

Fig. 17 den Sonderstab nach Fig. 16 im Schnitt entlang der Linie XVII-XVII;

Fig. 18 den Sonderstab nach Fig. 16 im Schnitt entlang der Linie XVIII-XVIII.

In den Fig. 1 und 2 ist das Wicklungsschema eines Stranges einer dreiphasigen sechspoligen Stabwellenwicklung mit $q = 2$ Spulen je Pol und Phase dargestellt. Die Stabwellenwicklung besteht aus einem ersten Wellenzug 101 mit den Spulen Nr. 12 ... 7 und einem zweiten Wellenzug 102 mit den Spulen Nr. 6 ... 1. Die Spulenfolge ist dabei im Sinne des ansteigenden Spannungspotentials bei Sternschaltung der drei Stränge vom Mittelpunkt X beginnend bis zum Phasenanschluß U

durchnumeriert. Bei der in Fig. 1 dargestellten Reihenschaltung der beiden Wellenzüge 101 und 102 bilden das Ende von Spule 12 des ersten Wellenzuges 101 und der Anfang der um eine Polteilung gegenüber dieser versetzten Spule 1 des zweiten Wellenzuges 102 die Wicklungsanschlüsse *U* und *X*. Nach dem Stand der Technik werden die Spule 7 des ersten und Spule 6 des zweiten Wellenzuges 101 und 102 mittels eines sich am Wickelkopf über eine Polteilung erstreckenden Umkehrverbinders 103 in Reihe geschaltet.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Parallelschaltung der beiden Wellenzüge 101 und 102 sind zwei sich ebenfalls über den Bereich eine Polteilung erstreckende Parallelverbinder 104 erforderlich.

Derartige, sich über einen größeren Umfangsbereich erstreckende Verbinden lassen sich bei einer erfindungsgemäß ausgestalteten Stabwellenwicklung vermeiden. Wie aus Fig. 3 ersichtlich, sind in einer Nut des ersten Wellenzuges 101 zwei von der Oberschicht *OS* in die Unterschicht *US* und umgekehrt führende, sich kreuzende Sonderstäbe 105 angeordnet. Durch den Einsatz solcher Sonderstäbe 105 entfällt der gemäß Fig. 1 notwendige, sich über eine Polteilung erstreckende Umkehrverbinder 103. In dem zweiten Wellenzug 102 ist lediglich ein die erste und letzte Spule zusammenschließender Kurzverbinder 106 erforderlich. Ein solcher Kurzverbinder 106 läßt sich durch den Einsatz von weiteren Sonderstäben 105 in einer zweiten Nut auch noch vermeiden (Fig. 4). Damit müssen am Wickelkopf einer Maschine nur noch die Wicklungsanschlüsse *U* und *X* für die einzelnen Stränge vorgesehen werden.

Neben den in den Fig. 2 bis 4 dargestellten Anschlußmöglichkeiten können die Anschlüsse gemäß den Merkmalen des Anspruchs 7 auch an jeder beliebigen Stelle des ersten oder zweiten Wellenzuges 101 bzw. 102 und gegebenenfalls auch auf der gegenüberliegenden Stirnseite angeordnet werden. Es besteht somit auch die Möglichkeit, die Wicklungsanschlüsse so innerhalb einer Spulengruppe anzuordnen, daß eine Verminderung der am Phasenwechsel auftretenden Spannungsbeanspruchung erreicht wird. Der Wicklungsanfang mit dem höchsten Potential liegt dann nicht mehr am Phasenwechsel, sondern ist vom Rand zur Mitte der Spulengruppe hin verlagert. Die Freizügigkeit hinsichtlich der Lage der Wicklungsanschlüsse erlaubt es zum Beispiel, alle Wicklungsanschlüsse in räumlicher Nachbarschaft vorzusehen. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Anschlüsse der beiden Wellenzüge 101 und 102 auf der gleichen Wickelkopfseite, auf der die übrigen Schaltverbindungen liegen oder auf der gegenüberliegenden Wickelkopfseite vorzusehen.

Eine Vereinfachung der Parallelschaltung der Wellenzüge 101 und 102 wird durch die Anordnung von Sonderstäben 105 in einer der parallel zu schaltenden Anzahl von Wicklungszweigen entsprechenden Anzahl von Nuten erreicht (Fig. 5). In diesem Falle müssen nur die nebeneinanderliegenden beiden ersten und letzten Spulen des ersten Wellenzuges 101 miteinander verbunden werden, wobei für Wicklungen mit mehr als zwei Spulen je Pol und Strang die übrigen Spulen dieser Spulengruppe des ersten Wellenzuges 101 einen um zwei Nutteilungen verkürzten Schaltschritt aufweisen. Anstelle der beiden sich über eine Polteilung erstreckenden Parallelverbinder 104 nach dem Stand der Technik ist im zweiten Wellenzug 102 nur noch ein die Enden der ersten und letzten Spule verbindender Kurzverbinder 106 erforderlich. Bei der Parallelschaltung ist ein besonderes Augenmerk auf eine phasenreine Aufteilung zu

richten, damit gleichphasige Parallelzweige entstehen und Ausgleichsströme vermieden werden.

Die Fig. 6 zeigt die bei einer nach dem Stand der Technik ausgeführten Stabwellenwicklung notwendigen Schaltverbindungen für eine Stern-Dreieck-Mischschaltung dieser Wicklung. Die aus Umkehrverbindern 103, Parallelverbindern 104 und Dreiecksverbindern 107 bestehenden Schaltverbindungen müssen alle am Wickelkopf verlegt werden. Dies führt zu erheblichen Verlegungsschwierigkeiten und auch zu Platzproblemen.

Durch die Verwendung von Sonderstäben 105, wie dies die Fig. 7 und 8 zeigen, läßt sich die Anzahl der äußeren Schaltverbindungen einerseits reduzieren und andererseits ergeben sich für noch notwendige äußere Schaltverbindungen wesentlich kürzere Längen. Zum Teil müssen nur noch die Enden von relativ nahe beieinanderliegenden Spulen verbunden werden. Derartige, in den Fig. 7 und 8 durch Doppelstrich gekennzeichnete Verbindungen 103, 105, 106 und 107 können radial unterhalb oder oberhalb der Wickelköpfe angeordnet werden, wo ausreichend Platz zur Verfügung steht.

Bei dem in der Fig. 7 für eine vierpolige Maschine mit $q = 6$ Nuten je Pol und Phase ausschnittsweise dargestellten Wickelschema sind jeweils in drei benachbarten Nuten eines Poles jeder Phase Sonderstäbe 105 angeordnet. Wie aus dieser Darstellung zu erkennen ist, verbleiben bei einer solchen Ausführung der Stabwellenwicklung im Vergleich mit der gemäß Stand der Technik ausgeführten Wicklung nach Fig. 6 nur noch die Dreiecksverbinder 107 mit ihrer ursprünglichen Erstreckung. Anstelle der ursprünglichen, relativ langen Parallelverbinder 104 sind jetzt nur noch in ihrer Funktion anders wirkende Kurzverbinder 106 erforderlich. Da diese Kurzverbinder 106 jeweils die erste und letzte Spule der betreffenden Wellenzüge verbinden, sind sie entsprechend kurz und können wiederum zwanglos im radialen Bereich des Wickelkopfes angeordnet werden. Die Umkehrverbinder 103 entfallen dagegen vollständig. Von den drei Wicklungsanschlüssen *U*, *V*, *W* der Maschine sind wegen der ausschnittweisen Darstellung nur die Anschlüsse *U* und *W* in der Zeichnung vorhanden. Von den jeweils in drei benachbarten Nuten angeordneten Sonderstäben 105 dienen die in einer der Nuten angeordneten Sonderstäbe 105 zur Vermeidung der Umkehrverbinder 103 und die in den beiden weiteren Nuten angeordneten Sonderstäbe 105 zur Vermeidung der Parallelverbinder 104.

Das in Fig. 8 gezeigte Wicklungsschema unterscheidet sich von dem in Fig. 7 dargestellten durch die Verwendung von Sonderstäben in nur zwei Nuten je Strang. Wie die Darstellung zeigt, ergeben sich dabei nur unwesentliche Änderungen hinsichtlich der am Wickelkopf anzubringenden äußeren Verbinder. Zwar sind hierbei wieder Umkehrverbinder 103 erforderlich, deren Länge nur wenig kürzer als die Länge der Dreiecksverbinder 107 in Fig. 7 ist. Dafür sind die Dreiecksverbinder 107 nunmehr wesentlich kürzer und ersetzen vom Schaltverbindungsaufwand her einen der Kurzverbinder 106 in Fig. 7. Der zweite Kurzverbinder 106 des Wicklungsschemas nach Fig. 7 ist identisch mit dem Kurzverbinder 106 des in Fig. 8 dargestellten Wicklungsschemas. Somit wird bei diesem Wicklungsschema eine wesentliche Reduzierung der Anzahl von Sonderstäben bei praktisch unverändertem Aufwand für die äußeren Schaltverbindungen erreicht.

Der in Fig. 9 dargestellte Wicklungsstrang einer dreiphasigen, vierpoligen Stabwellenwicklung ist mit $q = 4$ Nuten pro Pol und Phase ausgeführt. Eine

11/12-Sehnung wird — bei Durchmesserschritt auf beiden Stirnseiten — durch unterschiedliche Zonenbreiten mit fünf Spulen je Pol beim ersten Wellenzug 101 und drei Spulen je Pol beim zweiten Wellenzug 102 erreicht. Durch Sonderstäbe 105 in drei Nuten folgen abschnittsweise jeweils alle gleichphasigen Spulen aus beiden Wellenzügen 101 und 102 unmittelbar hintereinander. Der zweite Wellenzug 102 (mit drei Spulen pro Pol) ist durchwegs mit Durchmesserschritt ausgeführt. Beim ersten Wellenzug 101 sind in der mit den Wicklungsanschlüssen *U* und *X* versehenen Schaltspulengruppe die Schrittweiten um eine Nutteilung verringert und ist ein Kurzverbinder 106 zwischen der ersten und letzten Spule angeordnet.

Aus Potentialverteilungsgründen sind die Wicklungsanschlüsse *U* und *X* an die mittlere Spule dieser Spulengruppe gelegt. Um die Potentialverteilung erkennen zu können, sind im Zonenplan die einzelnen Spulen vom Sternpunktanschluß *X* beginnend durchnummeriert. Der oberhalb des Wickelschemas angegebene Zonenplan gilt für eine erfindungsgemäß mit Sonderstäben 105 versehene Stabwellenwicklung und einem Wicklungsanschluß an der mittleren Spule der betreffenden Spulengruppe. Der unterhalb des Wickelschemas befindliche Zonenplan gilt dagegen für eine nach dem Stand der Technik ausgebildete Stabwellenwicklung. Das mit dem Wicklungsanschluß *U* verbundene Ende der Spule 16 liegt auf höchstem Potential. Die drei Stränge der vollständigen Stabwellenwicklung sind identisch aufgebaut und gegenseitig jeweils um ein Drittel des Umfanges versetzt angeordnet. Die höchste Spannungsbeanspruchung im Wickelkopf ergibt sich mit $\Delta U = 82,7\%$ der Phasenspannung U_{ph} an den durch jeweils einen Doppelpfeil 108 im Zonenplan gekennzeichneten Stellen zwischen der Spule 10 des einen und der Spule 5 des anderen Stranges. Nur unwesentlich niedriger ist die Spannungsbeanspruchung an den mit einem einfachen Pfeil 109 gekennzeichneten Stellen zwischen den benachbarten Spulen 9 und 6 zweier Stränge; sie beträgt $\Delta U = 81,7\%$ der Phasenspannung U_{ph} .

Bei der Normalsausführung der Stabwellenwicklung nach dem Stand der Technik liegt hingegen die maximale Spannungsbeanspruchung mit $\Delta U = 119\%$ der Phasenspannung U_{ph} zwischen der Spule 16 des einen und der Spule 5 des anderen Stranges (Doppelpfeil 110) um mehr als 40% höher. Auch ist die Spannungsverteilung wesentlich ungleichmäßiger.

Der Kurzverbinder 106 zwischen der ersten und letzten Spule des ersten Wellenzuges 101 kann radial hinter den Unterschichtspulenseiten angeordnet werden. Hierdurch ergibt sich eine platzsparende Verlegung dieses Verbinders.

Würde man bei dem in Fig. 9 dargestellten Wicklungsschema den Kurzverbinder 106 entfallen lassen und statt dessen die Wicklungsanschlüsse *U* und *X* an die erste und letzte Spule des ersten Wellenzuges 101 legen, dann ergäbe sich ein nach außen hin völlig gleichmäßig aufgebauter, schaltverbindungsfreier Wicklungsstrang. Die Spannungsbeanspruchung läge dann allerdings in ähnlicher Größenordnung wie bei der Normalausführung der Stabwellenwicklung nach dem Stand der Technik.

Bei einer Ausführung des Sonderstabes 105 als massiver Leiter (Fig. 10), wird die Breite 116 des Stabes im Kreuzungsbereich 117 mindestens auf die Hälfte reduziert. Zur Beibehaltung des Leiterquerschnitts wird die Höhe 118 des Stabes an dieser Stelle etwa verdoppelt. Im Anschluß an die Kreuzungsstelle 117 setzt sich der

Stab dann mit der ursprünglichen Breite 116, jedoch in anderer Höhenlage fort. Damit wechselt der Sonderstab von der Unterschicht *US* in die Oberschicht *OS* der Wicklung bzw. umgekehrt, wie die aus der Darstellung in Fig. 10 und 11 hervorgeht.

Besteht der Stab 105 aus einer Vielzahl von Teileleitern 111—115 und 111'—115', so können die einzelnen Teileleiter 111—115' zur Bildung der Kreuzungsstelle 117 nach Art von Röbelstäben geknickt und von einer Schicht in die andere geführt werden (Fig. 12).

Von den vor und hinter dem Kreuzungsbereich in zwei Schichten nebeneinanderliegenden Teileleitern, z. B. 111 und 111' werden an der Kreuzungsstelle 117 die Teileleiter 111—115 aus der einen Lage abwechselnd seitlich zwischen die Teileleiter 111'—115' aus der anderen Lage geführt. Außerdem werden alle Teileleiter 111—115 und 111'—115' in einer Schräge von der einen Schicht *OS* in die andere Schicht *US* bzw. umgekehrt geführt, wie es in den Fig. 13—15 verdeutlicht ist. An der eigentlichen Kreuzungsstelle 117 (Fig. 14) liegen alle Teileleiter 111—115 und 111'—115' eines Wicklungsstabes übereinander, so daß die Teileleiter des anderen Wicklungsstabes in der anderen seitlichen Lage vorbeigeführt werden können. Nach dem Kreuzungsbereich sind alle zu einem Wicklungsstab gehörenden Teileleiter 111—115 und 111'—115' wieder in die seitlich nebeneinander angeordnete Lage zurückgeführt. Dabei kann die seitliche Lage vertauscht werden, wie sich aus dem Vergleich der beiden Fig. 13 und 15 ergibt.

In der Fig. 16 ist eine weitere Ausführungsform eines aus einer Vielzahl von Teileleitern 111—115 und 111'—115' bestehenden Wicklungsstabes gezeigt. Die einzelnen Teileleiter 111—115 und 111'—115' sind wiederum zur Bildung der Kreuzungsstelle 117 nach Art von Röbelstäben geknickt bzw. verdreht. Wie aus den Fig. 17 und 18 zu erkennen ist, wechseln hier die einzelnen Teileleiter 111—115 und 111'—115' außer ihrer seitlichen Lage bei dem Übergang von der Oberschicht *OS* zur Unterschicht *US* bzw. umgekehrt auch noch ihre Höhenlage innerhalb des Wicklungsstabes.

Patentansprüche

1. Mehrphasige Stabwellenwicklung für eine elektrische Maschine, bei der die einzelnen verschiedenphasigen Wicklungsstränge jeweils aus einem ersten und zweiten Wellenzug bestehen, wobei die beiden Wellenzüge in den Ober- und Unterschichten der Nuten angeordnet und durch Schaltverbindungen miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß in jedem Wicklungsstrang mindestens eine der Schaltverbindungen durch jeweils in einer Nut angeordnete, von der Oberschicht nach der Unterschicht und umgekehrt führende, sich kreuzende Sonderstäbe (105) gebildet ist.
2. Wicklung nach Anspruch 1, bei der jeder Wicklungsstrang mehrere Wicklungszweige aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß je Wicklungsstrang in mindestens einer der Anzahl der Wicklungszweige gleichen Anzahl von Nuten sich kreuzende Sonderstäbe (105) angeordnet sind.
3. Wicklung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungsanschlüsse (*U*, *X*) an einer Spulengruppe innerhalb des ersten Wellenzuges (101) vorgesehen und an einer Spulengruppe des zweiten Wellenzuges (102) die erste und letzte Spule durch einen Kurzverbinder (106) verbunden sind, wobei die übrigen Spulen dieser Spulengruppe

pe des zweiten Wellenzuges (102) einen um eine Nutteilung verminderten Schaltschritt aufweisen und die Umkehrverbindungen (103) der Wellenzüge (101 und 102) durch Sonderstäbe (105) gebildet sind.

4. Wicklung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die nebeneinanderliegenden beiden ersten und letzten Spulen einer Spulengruppe des ersten Wellenzuges (101) jeweils miteinander verbunden sind und bei mehr als zwei Spulen je Pol und Strang die übrigen Spulen dieser Spulengruppe des ersten Wellenzuges (101) einen um zwei Nutteilungen verkürzten Schaltschritt aufweisen.

5. Wicklung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungsanschlüsse (U, X) an die erste und letzte Spule einer Spulengruppe des ersten Wellenzuges (101) gelegt sind und die übrigen Spulen dieser Spulengruppe des ersten Wellenzuges (101) einen um eine Nutteilung verminderten Schaltschritt aufweisen.

6. Wicklung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mittels weiterer sich kreuzender Sonderstäbe (105) abschnittsweise jeweils alle gleichphasigen Stäbe der beiden Wellenzüge (101 und 102) hintereinandergeschaltet und alle Spulengruppen eines der beiden Wellenzüge (101 bzw. 102) mit gleichgroßen Schrittweiten ausgeführt sind.

7. Wicklung nach Anspruch 3 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und letzte Spule einer Spulengruppe des ersten Wellenzuges (101) durch einen Kurzverbinder (106) miteinander verbunden sind, wobei die übrigen Spulen diese Spulengruppe des ersten Wellenzuges (101) einen um eine Nutteilung verminderten Schaltschritt aufweisen und die Wicklungsanschlüsse (U, X) durch Auftrennen einer an beliebiger Stelle des ersten oder zweiten Wellenzuges (101 bzw. 102) liegenden Spule gebildet sind.

8. Wicklung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungsanschlüsse (U, X) an einer im Bereich der Mitte einer Spulengruppe liegenden Spule vorgesehen sind.

9. Wicklung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, mit festen Stern- und/oder Dreiecksverbindungen in der Maschine, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl erforderliche Kurzverbinder (106) als auch die für die weiteren Schaltverbindungen notwendigen Verbinder (103, 107) wickelkopfseitig auf der in radialer Richtung freien Seite der Unterschichtsspulen angeordnet sind.

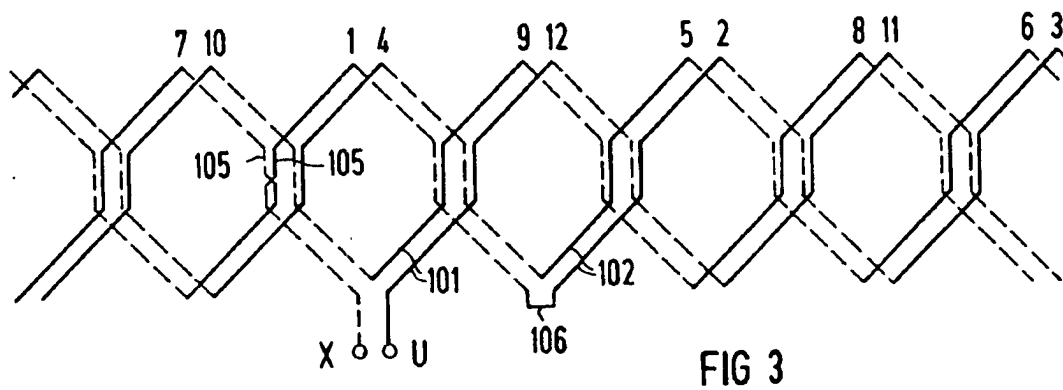
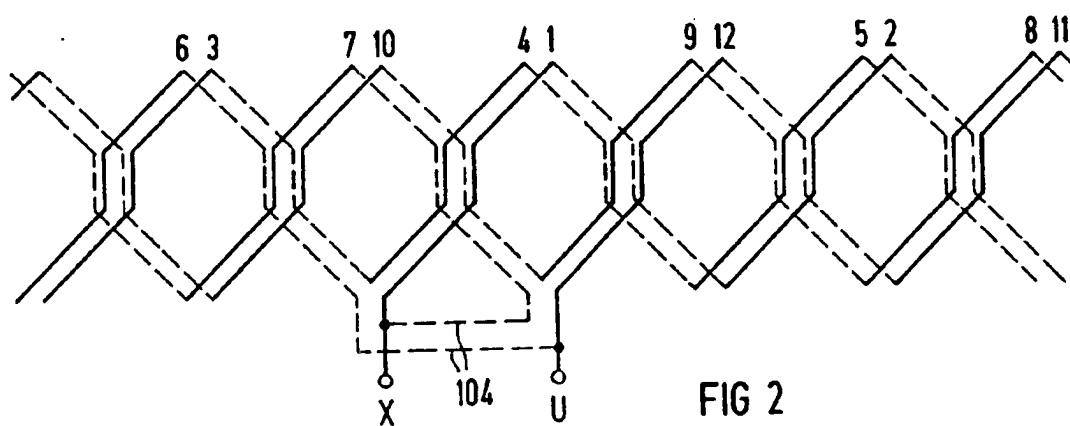
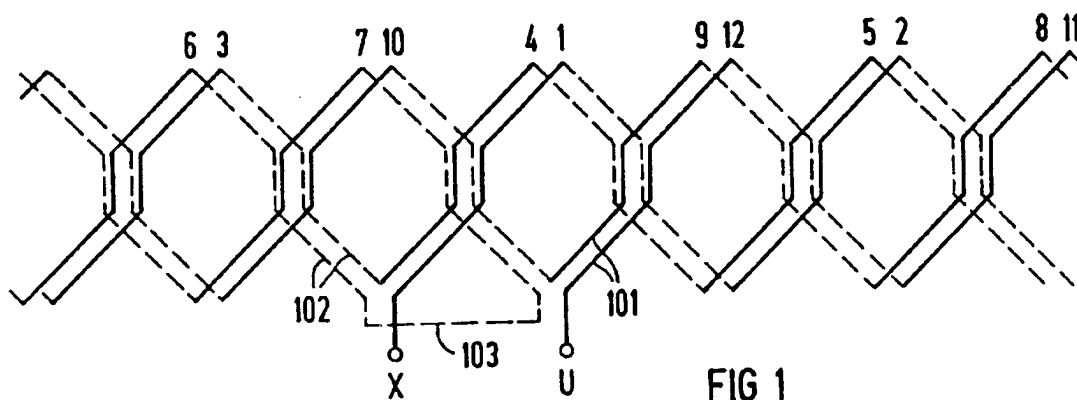
10. Wicklung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die sich kreuzenden Sonderstäbe (105) als Massivleiter ausgebildet sind.

11. Wicklung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die sich kreuzenden Sonderstäbe (105 nach Art von Röbelstäben aus Teilleitern (111—115') gebildet sind.

12. Wicklung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungsanschlüsse (U, X) und/oder die Verbinder (103, 104, 106) auf einander entgegengesetzten Wickelkopfseiten angeordnet sind.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —



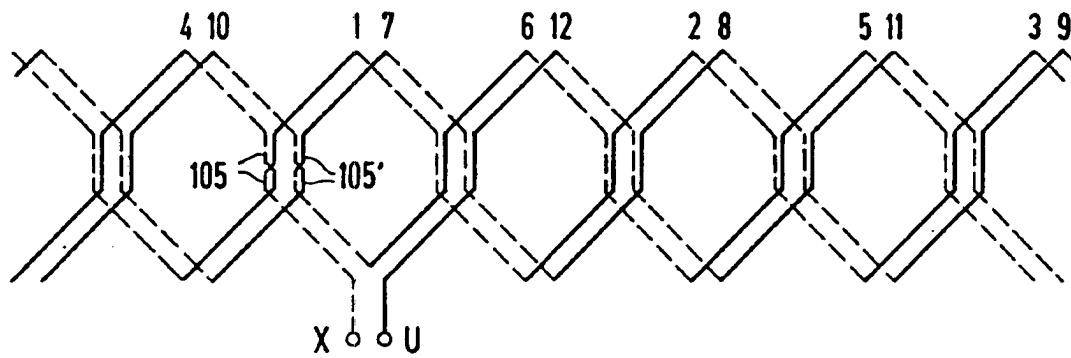


FIG 4

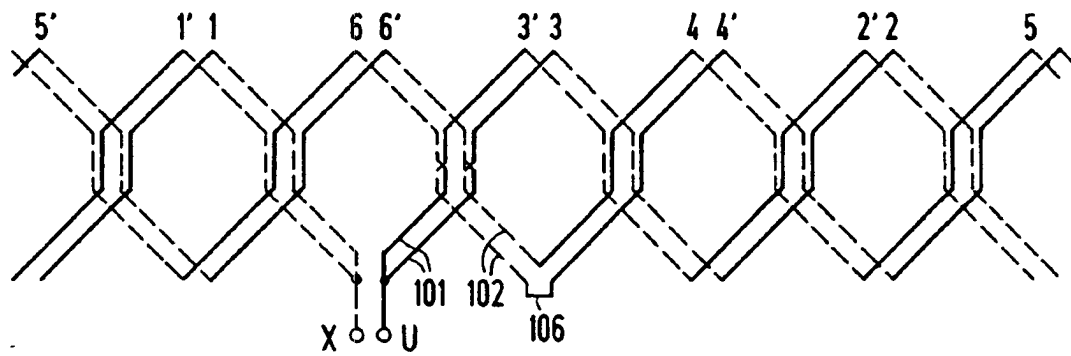


FIG 5

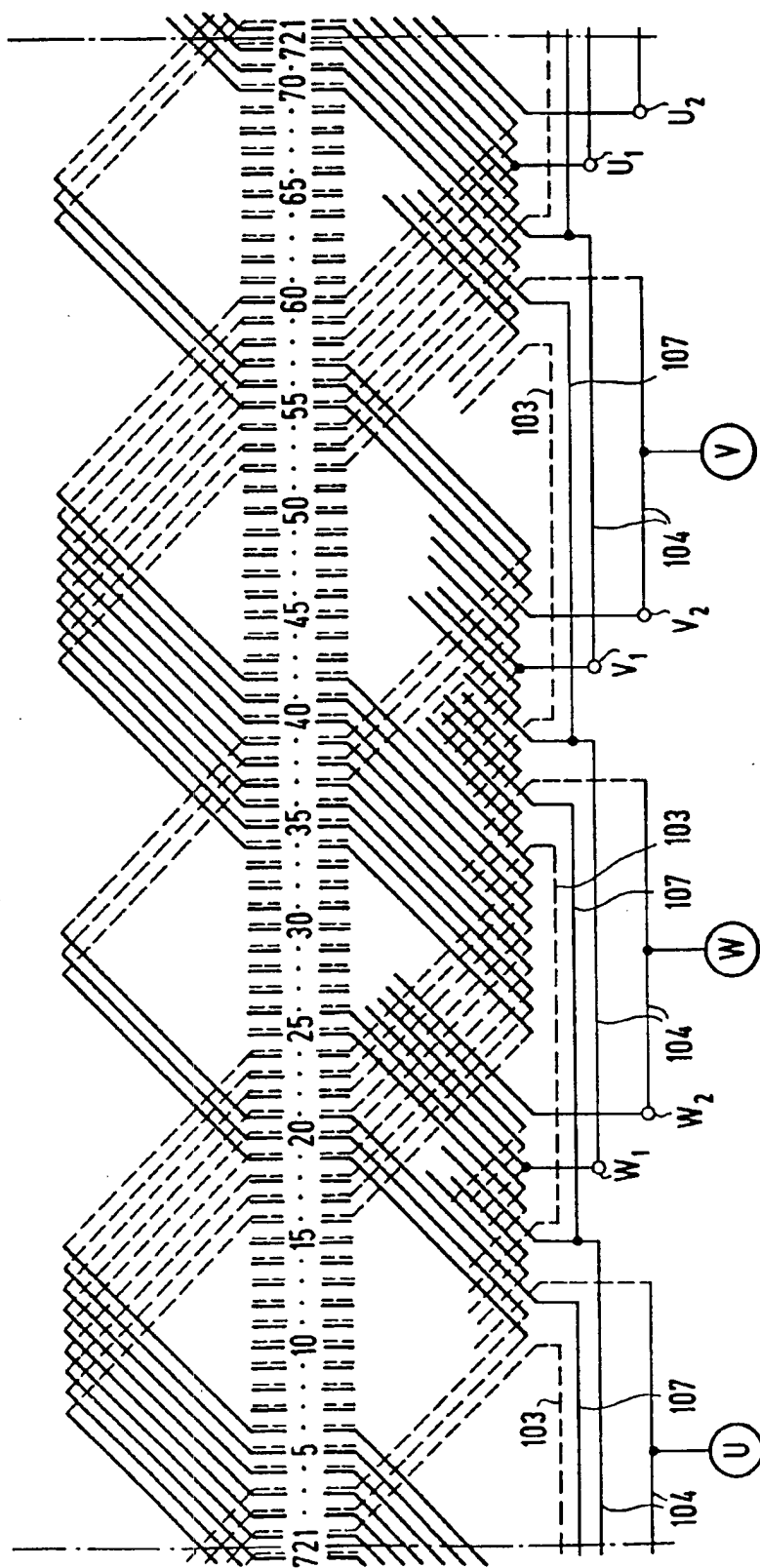


FIG 6

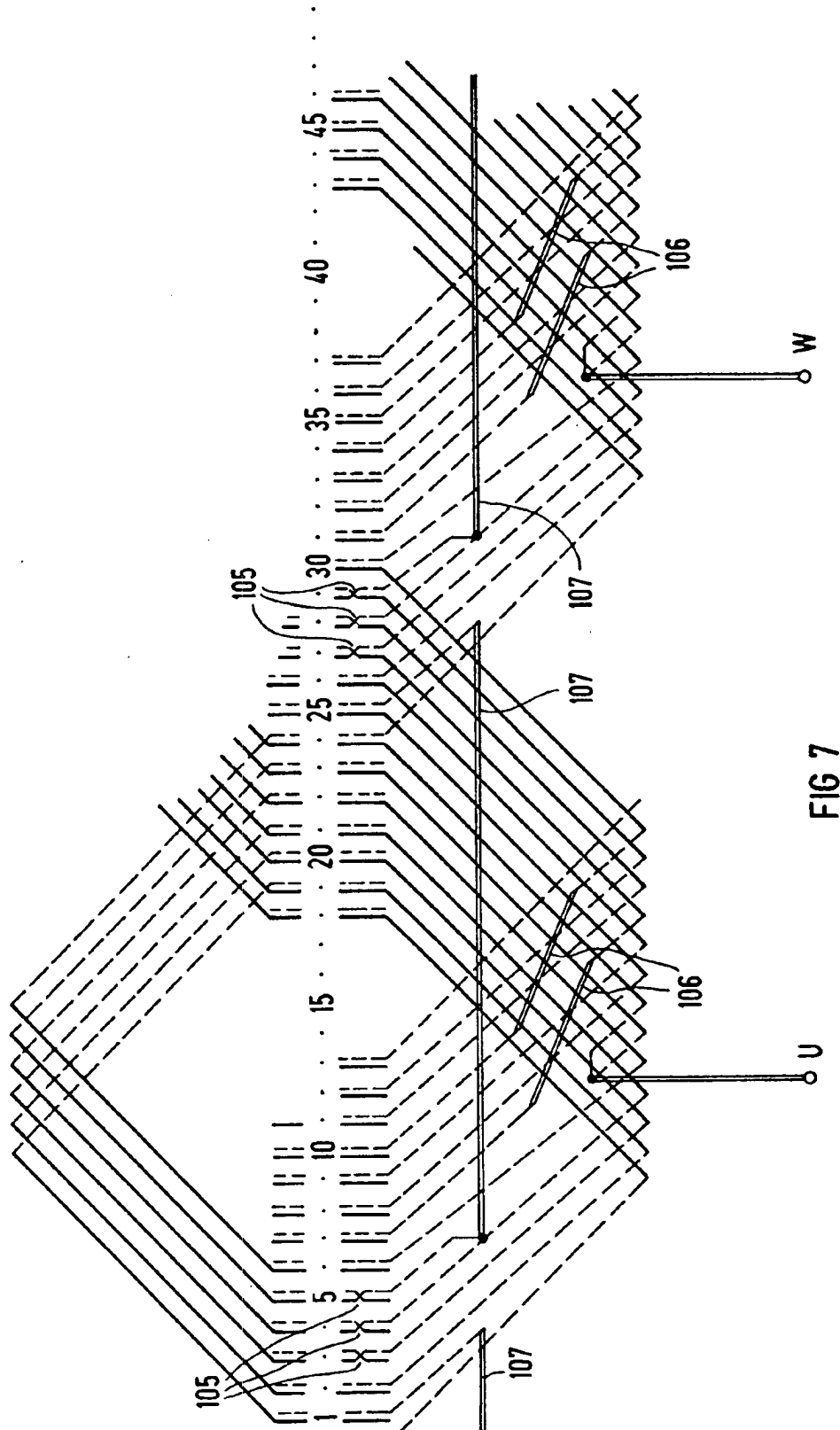
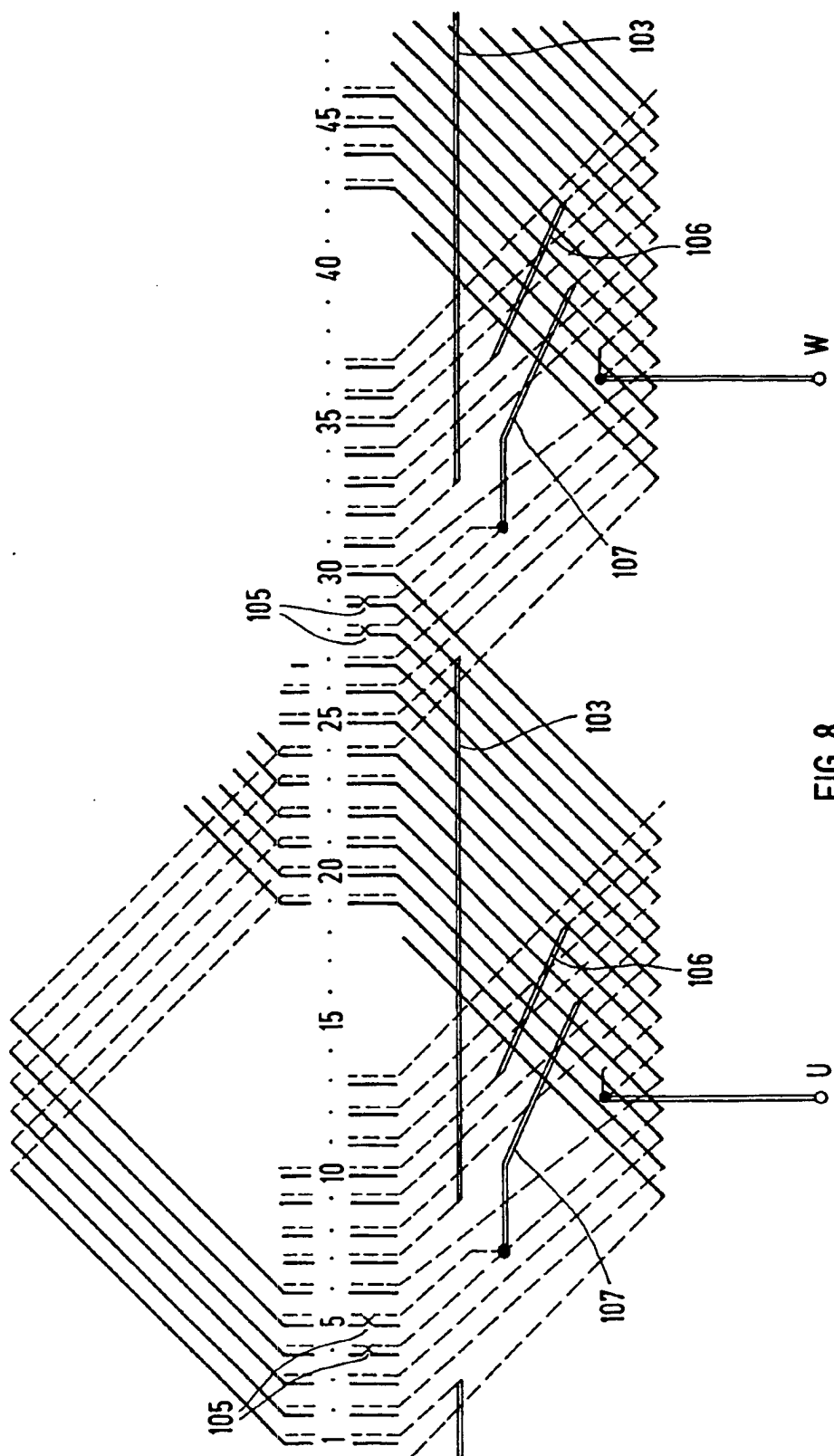


FIG 7



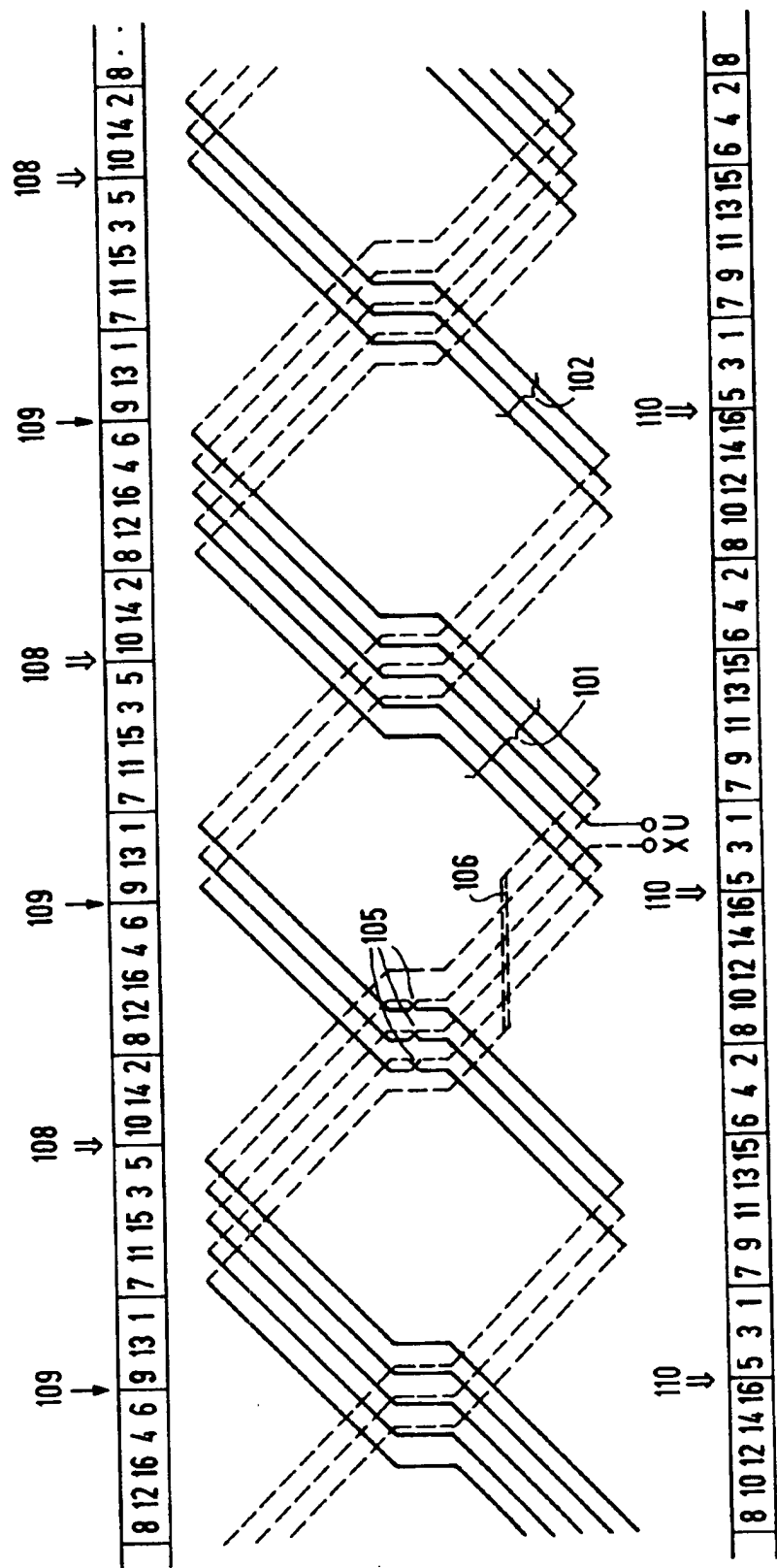


FIG 9

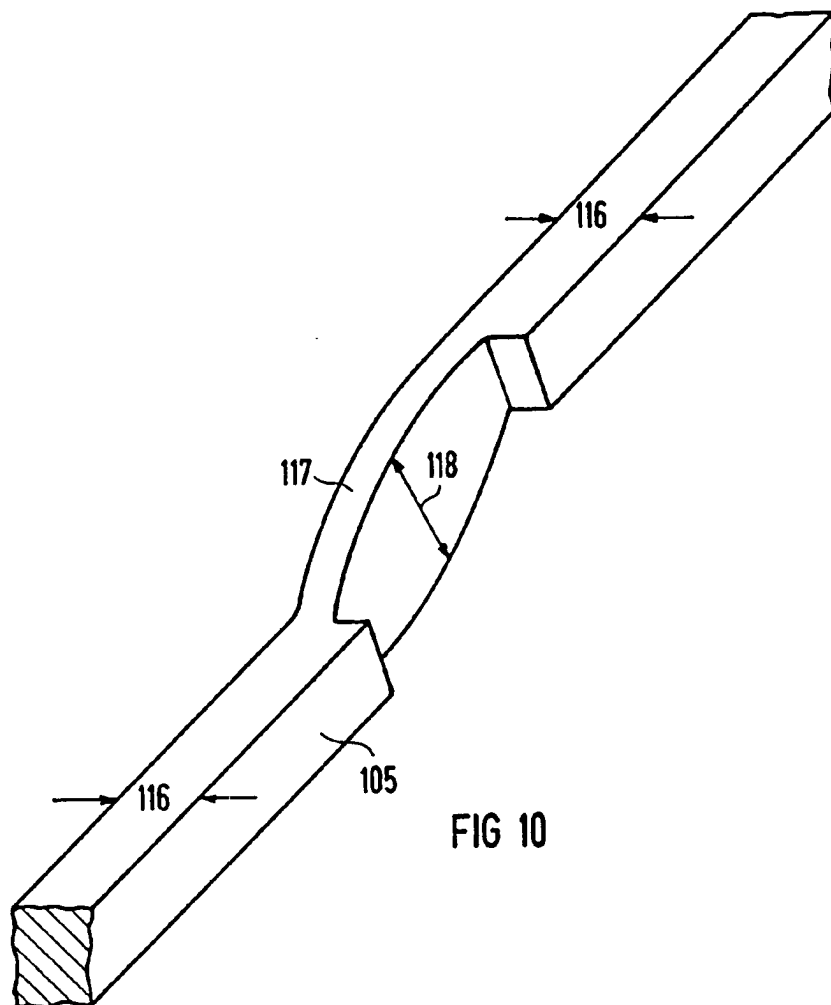


FIG 10

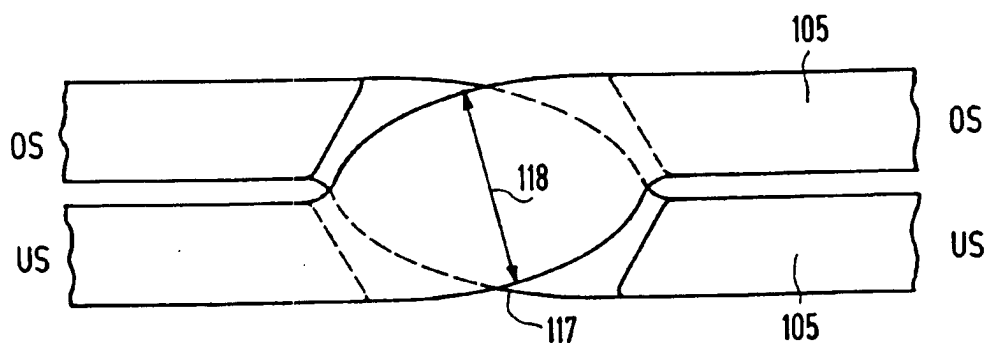


FIG 11

